

DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02909280     \*\*Image available\*\*  
ULTRASONIC MOTOR

PUB. NO.:        01-206880     **JP 1206880**     A]  
PUBLISHED:      August 21, 1989 (19890821)  
INVENTOR(s):    KOMENO HIROSHI  
                 SUMIHARA MASANORI  
                 IMASAKA YOSHINOBU  
APPLICANT(s):   MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [000582] (A Japanese Company  
                 or Corporation), JP (Japan)  
APPL. NO.:      63-027974     [JP 8827974]  
FILED:          February 09, 1988 (19880209)  
INTL CLASS:     [4] H02N-002/00  
JAPIO CLASS:    43.1 (ELECTRIC POWER -- Generation)  
JAPIO KEYWORD: R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES); R007  
                 (ULTRASONIC WAVES)  
JOURNAL:        Section: E, Section No. 847, Vol. 13, No. 513, Pg. 16,  
                 November 16, 1989 (19891116)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To produce large driving torque and to reduce abrasion, by constituting a friction member as a mold of compound of organic macromolecular material and fluoro-resin.

CONSTITUTION: In an ultrasonic motor, vibrating section is formed by adhering a resilient vibrating body 2 made of metal to the surface of a piezoelectric body 1. The vibrating body 2 is provided with protruding segments 12a for facilitating mechanical vibration of the vibrating section and for increasing the amplitude. The moving section is formed by securing a friction member 4 made of composite material of organic macromolecular material and fluoro-resin to the operating face of the moving body 3 and bringing the surface thereof into contact with the surface of the vibrating body 2. Traveling wave is produced upon application of high frequency field onto the piezoelectric body 1, and the moving body 3 is driven frictionally. Since the friction member 4 is made of the material, driving performance of the moving body 3 is improved and large torque can be produced.

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-206880

⑤ Int. Cl. 4

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)8月21日

H 02 N 2/GJ

C-7052-5H

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑭ 発明の名称 超音波モータ

⑮ 特 願 昭63-27974

⑯ 出 願 昭63(1988)2月9日

⑰ 発 明 者 米 野 寛 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑰ 発 明 者 住 原 正 則 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑰ 発 明 者 今 坂 喜 信 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑱ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地  
 ⑲ 代 理 人 弁理士 中尾 敏男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

超音波モータ

## 2. 特許請求の範囲

- (1) 表面に進行波を発生する超音波振動体と移動体とが加圧接触し、その両者間の摩擦力を介して前記振動体の振動により前記移動体を駆動する超音波モータにおいて、前記振動体及び前記移動体の互いに向かい合う面の前記移動体の少なくとも接続部に、少なくとも有機高分子材とフッ素樹脂との複合物の成形体よりなる摩擦材を設けたことを特徴とする超音波モータ。
- (2) 前記摩擦材が有機高分子材の粉末とフッ素樹脂粉末との混合物を加熱圧縮成形して得られる複合成形体よりなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の超音波モータ。
- (3) 前記摩擦材が300℃以上の軟化温度を有する有機高分子材とフッ素樹脂との複合物成形体よりなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の超音波モータ。

- (4) 前記有機高分子材が、フッ素樹脂よりも硬い材料であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の超音波モータ。

## 3. 発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は圧電体による超音波振動を利用した超音波モータに関するものである。

## 従来の技術

一般に超音波モータは、圧電体を固定した振動体と移動体とが加圧接触した構成であり、圧電体への電気入力によって、圧電体と振動体に第4図に示すような超音波振動の進行波を発生させ、その振動体と移動体との摩擦力によって移動体を駆動させて機械エネルギーを得る原理である。第4図において、1は圧電体であり、その表面に振動体2が接着固定されている。3は移動体であり、その表面に摩擦材4が固定されている。圧電体1に電気入力を加えることによって振動体2にA方向の超音波振動の進行波が発生する。通常、この進行波の振幅は1～10μm程度である。振動体

の各質点はBのような楕円運動をしており、その各波頭は進行波の方向に対し、逆向きの横に動く性質がある。進行波の谷の部分は進行波と同じ方向の横に動く性質がある。したがって、振動体の表面に置かれた移動体は波頭の上部のみに接触して、振動体との摩擦力によってC方向の横に駆動する。

このような超音波モータにおいて、振動体および移動体の材質として鉄やステンレスおよびアルミなどの金属が提案されている。振動体と移動体とは加圧接触した構成であり、より大きな、モータ機械出力を得るためには、加圧力を強くする方法と、振動体と移動体との摩擦係数を大きくする方法が提案されている。

振動体と移動体との接触摩擦面の摩耗を少なくして長期間安定した機械エネルギーを得るため、また、より大きな摩擦力を得るために、振動体または移動体の接触面に摩擦材の固定設置が提案され、種々の材料が検討され、ゴムやエンジニアリングプラスチック材製の摩擦材が提案されている。

音の発生がなく、同時に、安定した駆動が得られる超音波モータを提供することを目的とするものである。

#### 課題を解決するための手段

上記の目的を達成するために、本発明は振動体と移動体の互いに向かい合う面の前記移動体の少なくとも接触部に有機高分子材とフッ素樹脂との複合物の成形体よりなる摩擦材を設けたものである。

そして特に摩擦材としては、有機高分子材の粉末とフッ素樹脂粉末の混合物を加熱圧縮成形して得られる複合成形体よりなる摩擦材、または、300℃以上の軟化温度を有する有機高分子材とフッ素樹脂との複合成形体よりなる摩擦材を用いるものである。

#### 作 用

上記の構成によれば、①フッ素樹脂に有機高分子材を複合化した摩擦材の使用により、フッ素樹脂単独組成の摩擦材と比べて摩擦係数も大きくなる。また圧縮弾性率も大きくなるために加圧力に

発明が解決しようとする課題

しかし、ゴムなどの摩擦係数の大きい摩擦材を用いた場合、摩擦材の磨耗が多く発生し、その磨耗粉が振動体や移動体の接触面に付着して、両者間の摩擦力すなわちブレーキトルクが経時的に変動するという問題がある。また、無充填のフッ素樹脂のような摩擦係数の小さい摩擦材を用いた場合、大きなトルクを得られないという問題がある。また、エンジニアリングプラスチックのような硬い摩擦材を使用した場合、雑音が発生したり振動体と移動体との加圧力の変動に対し振動体の共振周波数がより大きく変動するためにモータの駆動が不安定になるという問題がある。また、無極充填材を含有するエンジニアリングプラスチックを用いた場合、接触相手の振動体表面に引っかき傷を多く発生させ、ブレーキトルクが経時的に変動するという問題点がある。

本発明は、これらの問題点に鑑み、振動体および移動体の摩擦接触部の両方の磨耗が少なく、またブレーキトルクの経時変化が少なく、さらに雑

に対する摩擦材の圧縮変形量も小さくなる。したがって、振動体と移動体との間に大きな加圧力を加えても振動体に発生する進行波の谷の部分に摩擦材が接触することがなくなり、その結果、より大きな駆動トルクを得ることが可能となる。②振動体と移動体との加圧力の変動に対する振動体の共振周波数の変化量が少なくなる。したがって、外部からの圧力変動に対して、モータの駆動が安定になる。③摩擦材自体の磨耗が少なく、同時に接触相手の金属製振動体の傷つきや磨耗も少なくなる。したがって、モータの長時間の駆動において安定した摩擦抵抗（すなわちブレーキトルク）を得ることが出来、また、長時間安定した出力性能が可能となる。④モータの駆動中および停止直前の雑音の発生が生じなくなる。この作用理由は明らかではないが、振動体から伝わる振動共鳴を、有機高分子材と適度の柔軟さを有するフッ素樹脂との相互作用によって振動減衰し、共鳴振動を抑制する作用があるものと考えられる。

#### 実 施 例

本発明の超音波モータの主要部の一構成例、すなわち、振動部と移動部の各成層構造、及び配置関係の一例は、第1図に示すとおりである。振動部は圧電体1の表面に金属などの弾性体製の振動体2を接着・固定したものである。前記振動体2には第2図に示す如く振動体部を機械的に振動しやすくし、振幅を大きくするために突起セグメント12aが設けられている。移動部は本体としての移動体3の動作面に有機高分子材とフッ素樹脂との複合成形体よりなる摩擦材4を固定し、この摩擦材4の表面と前記振動体2の表面とを加圧接触させた構成である。圧電体1に共振周波数の高周波電界を印加することにより、圧電体1及び振動体2には前述したとおりの超音波振動の進行波が発生する。このとき、振動体2の進行波頭部において接触している摩擦材4は移動体3と一体となって、振動体との摩擦力によって駆動される。電源が入力されないときには、振動体2と摩擦材4との間に働く加圧力と摩擦係数との積に相当する保持トルクすなわちブレーキトルクが生じてい

できる。

なお、本発明において、前記有機高分子材およびフッ素樹脂に加えて、他の繊維や粉末などの充填材を添加含有することも可能である。

以下に、具体的な実施例によって、本発明をさらに詳しく説明する。

第2図に示すような直径50mm、厚さ8mmの円板型超音波モータを構成した。第2図において、超音波モータの振動部は電極が配置された円板型圧電体1aの表面に、径と同一直径であって表面に多数の突起セグメント12aの円周配列を有するステンレス製振動体2aの裏面を接着固定したものである。突起セグメント12aは振動体部を機械的に振動しやすくし、振幅を大きくするために設けられる。対応する移動部を構成する円板型ステンレス製移動体3aには、有機高分子材とフッ素樹脂との複合成形体の成形体よりなる厚さ0.1～2mmの摩擦材4aが接着固定されている。振動体2a及び移動体3aは図示しないが適宜のパネとネジの締め付け手段によって互に加圧さ

る。

ここで、摩擦材4は、有機高分子材とフッ素樹脂よりなる複合成形体にて構成してあるため、移動体の駆動性は良好であり、大きなトルクを得ることが可能となり摩擦材及び接触相手の振動体の両方の磨耗が少なく、またブレーキトルクの経時変化が小さく、長時間安定した駆動が得られ、さらに雑音の発生が生じなくなるなどの利点がある。

前記有機高分子材粉末としては、特に制限はないがポリイミド樹脂粉末、芳香族ポリアミド樹脂粉末、芳香族ポリエステル樹脂粉末、ベンゾグアナミン樹脂粉末、ポリエーテルエーテルケトン樹脂粉末、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂および、これらの樹脂に無機充填材を含有する有機高分子粉末などが使用できる。

前記フッ素樹脂としては、特に制限はないが、四フッ化エチレン樹脂、四フッ化エチレン・六フッ化プロピレン共重合樹脂、三フッ化塩化エチレン樹脂、パーフルオロアルコキシ樹脂などが使用

れ、振動体2aの突起12a面と摩擦材4aとが接触している。

摩擦材としては、以下に示すようにして製造したA～Eの摩擦材を使用した。

摩擦材Aの製造法：芳香族ポリエステル樹脂（住友化学社製商品名エコノール、軟化温度300℃以上）を粉砕して得た平均粒径5μmの有機高分子材粉末30重量部と四フッ化エチレン樹脂粉末（ダイキン工業社製ポリフロンM-12、平均粒径20μm）70重量部を均一に混合後、500kg/cm<sup>2</sup>の圧力下で360℃、2時間の圧縮加熱を行って焼成成形し、厚さ1mmの複合体成形体を得た。これを厚さ0.5mmに研磨して摩擦材Aを得た。

摩擦材Bの製造法：ポリイミド樹脂（デュポン社製商品名ベスベル、軟化温度300℃以上）を粉砕して得た平均粒径15μmの有機高分子材粉末50重量部と四フッ化エチレン樹脂粉末（ダイキン工業社製ポリフロンM-12）50重量部を均一に混合後、500kg/cm<sup>2</sup>の加圧下で360℃、1時間の圧縮加熱成形を行なって、厚さ2mmの複

合成形体を得た。これを厚さ1.5mmに研磨して摩擦材Bを得た。

摩擦材Cの製造法：芳香族ポリアミド樹脂（帝人社製，軟化温度300℃以上）を粉碎して得た平均粒径10μmの有機高分子材粉末40重量部と四フッ化エチレン樹脂水性懸濁液（ダイキン工業社製ポリフロンD-1，四フッ化エチレン樹脂粉末含有量80%）100重量部とを均一に混合後、50℃の温度中で真空乾燥を行なって水分を蒸発し、残った固形物を粉碎し、得た粉末を500kg/cm<sup>2</sup>の加圧下で350℃・1時間の圧縮成形を行って厚さ1mmの複合成形体を得た。これを厚さ0.7mmに研磨して摩擦材Cを得た。

摩擦材Dの製造法：ベンゾグアナミン樹脂（日本触媒化学製，硬質）を粉碎して得た平均粒径2μmの有機高分子材粉末20重量部とグラファイト粉末（平均粒径1μm以下）5重量部と四フッ化エチレン樹脂粉末（M-12）75重量部を均一に混合後、500kg/cm<sup>2</sup>の加圧下で、350℃，1時間の圧縮成形を行って厚さ1mmの複合成形体を

得た。これを厚さ0.3mmに研磨して摩擦材Dを得た。

比較摩擦材Eの製造法：比較として、四フッ化エチレン樹脂（ダイキン工業社製ポリフロンM-12）を500kg/cm<sup>2</sup>圧力下で、30℃，2時間の加熱圧縮成形を行なってフッ素樹脂単独成分の摩擦材E（厚さ1mm）を得た。

上記それぞれの摩擦材の圧縮弾性率および摩擦係数を測定した結果を第1表に示す。ただし摩擦係数の測定はステンレス303製の直径3mmの圧子を500rpmで回転する摩擦材の表面の半径10mmの位置に200gの荷重を加えたときの摩擦抵抗を測定し、摩擦係数を算出した。

それぞれの摩擦材A～Eを使用して第2図に示すような超音波モータを構成し、円板の円周方向に4波の進行波が励起されるように電極を配置し、所定の加圧力に設定した。加圧力はブレーキトルクの測定により行なった。

それぞれの摩擦材を用いたモータについて、加圧力すなわちブレーキトルク500～1800gf-cm

の変動に対する共振周波数を測定した。また、ブレーキトルク1000gf-cm電圧80V、共振周波数近傍の入力を印加してモータを駆動させた場合について、起動トルク，無負荷回転数，所定時間の駆動後のブレーキトルク，振動体表面の傷つき磨耗の有無，摩擦材の磨耗深さ、及び雑音の発生の有無を測定した。

それぞれの測定結果を第1表に示す。

さらに比較例として、ポリアミドイミド樹脂と無機充填材との複合樹脂よりなる摩擦材（厚さ1mm）の測定結果を第1表に示す。

第 1 表

実 験 番 号		1	2	3	4	5	6
摩 擦 材 の 種 類		A	B	C	D	E	F
圧縮弾性率 $E_p/nd$		180	150	150	190	40	600
摩 擦 係 数		0.51	0.27	0.27	0.25	0.14	0.45
各ブレーキ トルク時の 共振周波数 KHz	500g-cm	725	720	718	728	705	750
	1000g-cm	737	728	724	739	708	783
	1500g-cm	748	735	729	748	712	815
ブ レ ー キ ト ル ク の 経 時 変 化 g-cm	初 期	1000	1000	1000	1000	500	1000
	5 0 分 後	1010	1020	1010	1030	560	1200
	1 時 間	1020	1030	1020	1050	410	1550
	2 時 間	1020	1030	1020	1050	450	1650
	2 4 時 間	1020	1030	1020	1050	450	1650
起動トルク g-cm		680	630	620	520	230	750
回 転 数 rpm		780	730	750	750	700	680
再 起 動 性	初 期	良	良	良	良	良	不 良
	2 4 時 間 後	良	良	良	良	不 良	不 良
雑音の発生 の有 無	初 期	無	無	無	無	無	有
	2 4 時 間 後	無	無	無	無	有	有
振 動 体 の 磨 耗	2 4 時 間 後	な し	な し	な し	な し	な し	傷 大
摩 擦 材 の 磨 耗 深 さ	2 4 時 間 後	3 $\mu$ m	3 $\mu$ m	3 $\mu$ m	2 $\mu$ m	70 $\mu$ m	5 $\mu$ m

第1表より明らかなように、耐熱性有機高分子材とフッ素樹脂とよりなる複合成形体の摩擦材(A~D)はフッ素樹脂単独成分の摩擦材(E)と比べて、いずれも摩擦係数は大きく、また圧縮弾性率も3倍以上大きい。したがって振動体と移動体との加圧力をブレーキトルク1000gf-cmに設定したとき、圧縮弾性率の大きい耐熱性有機高分子材とフッ素樹脂とよりなる摩擦材を使用したモータは620~680gf-cmの起動トルクを得ることができる。これに対しフッ素樹脂単独摩擦材を使用したモータは1000gf-cmのブレーキトルクの強い加圧力下では回転不可能であり、300gf-cmまで加圧力を弱くすることによって回転するが、起動トルクは230gf-cm程度であり小さい。

本発明の摩擦材(A~D)を構成したモータの、加圧力(ブレーキトルク)を500~1500gf-cmに変化したときの共振周波数の変化量は1.5~2.5KHz程度で小さく、また、ブレーキトルクの経時的変化量も少ない。さらに摩擦材自体の磨耗および

接触相手の振動体の磨耗も少ない。したがって、圧力変動に対して安定した駆動性と、長時間の安定した再起動特性を有する。これに対し、エンジニアリングプラスチック製の摩擦材(F)を使用したモータの場合、加圧力の変動(ブレーキトルク500gf-cmから1000gf-cmの変動)に対し、共振周波数の変化量は6.6KHzで大きく、また、モータの長時間の駆動において、ブレーキトルクの変化量も大きく、さらに、振動体表面を磨耗させるなどの欠点があり、長時間の駆動後のモータの再起動性も不安定になる。

さらに、本発明の摩擦材(A~D)を構成したモータは、雑音の発生が認められなかった。これに対し、フッ素樹脂単独摩擦材(E)およびエンジニアリングプラスチック製摩擦材(F)を使用したモータの場合、いずれも長時間の駆動において雑音の発生が認められた。

第3図は本発明の実施例の他の形状の円環型共振波モータである。第3図において、振動部は電極が配設された円環型圧電体1bの表面に、ばね

同一幅の表面に多数の突起セグメント12bの円周配列を有する鉄製振動体2bの裏面を接着固定したものである。対応する移動部を構成する円環型永久磁石製移動体3bには、有機高分子材とフッ素樹脂とよりなる厚さ0.5～1mmの摩擦材4bが接着固定されている。振動体2bと移動体3bは永久磁石製移動体の磁気吸引力によって加圧され、振動体2bの突起12b面と摩擦材4bとが接触している。円環の円周方向に7波の進行波が励起されるように共振配置し、共振周波数の電圧を印加することにより移動体3bが円周方向に回転する。

#### 発明の効果

以上の説明から明らかなように本発明は、摩擦材として少なくとも有機高分子材とフッ素樹脂との複合物の成形体より構成したので、①振動体と移動体との加圧力を大きくすることが可能で、より大きな駆動トルクを得ることができる。②加圧力変動に対する共振周波数の変動が少なく、また振動体表面と摩擦材表面の磨耗が少なくなるため、

モータの長期間の駆動において、駆動が安定になり、さらにブレーキトルクの変化が少なくなる等長期間、安定した出力性能が可能になる。③磨耗の発生がない。などの効果を同時に有することが可能となり、出力性能および長期信頼性に優れたモータを提供するものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

##### 要部の

第1図は本発明の超音波モータの切欠斜視図、第2図と第3図は本発明の実施例を示す超音波モータの一部切欠斜視図、第4図は従来の超音波モータの原理を示す動作説明図である。

1, 1a, 1b……圧電体、2, 2a, 2b……振動体、3, 3a, 3b……移動体、4, 4a, 4b……摩擦材。

代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

1 ……圧電体  
2 ……振動体  
3 ……移動体  
4 ……摩擦材

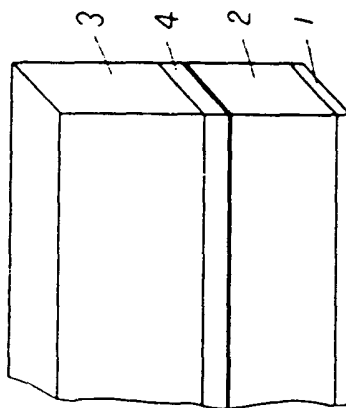


図 1

1a ……圧電体  
2a ……振動体  
3a ……移動体  
4a ……摩擦材層  
12a ……突起セグメント

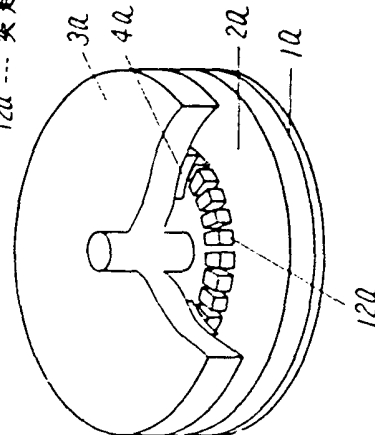
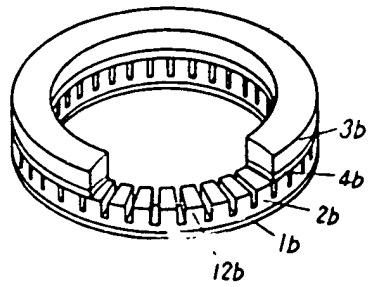


図 2

第 3 図

- 1b -- 圧電体
- 2b -- 振動体
- 3b -- 移動体
- 4b -- 摩擦材層
- 12b -- 振動体突起セグメント



第 4 図

- 1 -- 圧電体
- 2 -- 振動体
- 3 -- 移動体
- 4 -- 摩擦層

